



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**RODOLFO QUEIROGA GOMES**

**ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL POR UMA  
CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE DA CIDADE DE JOÃO PESSOA**

**João Pessoa**  
**2019**

RODOLFO QUEIROGA GOMES

**ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL POR UMA  
CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE DA CIDADE DE JOÃO PESSOA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal da Paraíba, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel

**João Pessoa**

**2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

G633a Gomes, Rodolfo Queiroga.

ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL POR  
UMA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE DA CIDADE DE JOÃO  
PESSOA / Rodolfo Queiroga Gomes. - João Pessoa, 2019.  
86 f. : il.

Orientação: Roberto Pimentel.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Construção. 2. Alvenaria Estrutural. 3. Falta de  
planejamento. I. Pimentel, Roberto. II. Título.

UFPB/BC

## FOLHA DE APROVAÇÃO

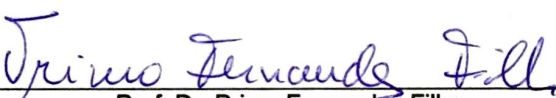
**RODOLFO QUEIROGA GOMES**

### **ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL POR UMA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE DA CIDADE DE JOÃO PESSOA**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 08/05/2019 perante a seguinte  
Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Roberto Leal Pimentel  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do  
CT/UFPB


APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Primo Fernandes Filho  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do  
CT/UFPB

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do  
CT/UFPB

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Andrea Brasiliano Silva  
Matrícula Siape: 1549557  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todos aqueles que me deram forças para continuar, em especial, aos meus dois avós, Antônio Gomes de Souto e Deusdete Queiroga de Oliveira (in memoriam) pois ambos foram os precursores das duas famílias as quais meus pais pertencem, eles heroicamente fizeram com que tudo fosse possível para as gerações seguintes.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me ajudado e iluminado durante todo o percurso que passei para chegar até aqui, especialmente nos últimos meses. Desde o período do ensino médio até agora, Deus vem me guiando e me fortalecendo para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

Agradeço aos meus pais, Francisco Regio Brito Gomes e Elizabeth de Sá Queiroga, que sempre acreditaram em mim e fizeram de tudo pela minha educação. Agradeço por sempre incentivarem os meus estudos, por me apoiarem quando mais precisei.

Agradeço aos meus irmãos Rodrigo e Renan por estarem sempre presentes aconselhando, apoiando, conversando, brigando e no fim, me incentivando.

A toda minha família, tios, primos, próximos e distantes, agradeço pelo amor, carinho e paciência que sempre tiveram comigo, mesmo nos momentos de estresse e irritação. Quando a universidade parecia tomar meu humor, vocês sempre me amaram incondicionalmente, e a isso sou eternamente grato.

Agradeço à Construtora C, que mesmo omitindo o nome por motivos éticos, serei eternamente grato pela oportunidade de aprender não só como construir um prédio, mas também como lidar com pessoas de realidades totalmente diferente da minha e me engrandecer como nenhuma outra experiência que eu já tive o fez. Agradeço também a todos os colaboradores que participaram comigo dessa empreitada, os engenheiros, arquitetos, pedreiros, mestres de obra, pedreiros, ajudantes, carpinteiros, ferreiros, betoneiros, eletricitas, encanadores, gesseiros, almoxarifes, e demais pessoas que fizeram com que este empreendimento saísse do papel e tomasse forma.

Ao meu professor orientador, Professor Doutor Roberto Leal Pimentel, pela sua confiança, disposição com o trabalho e suavidade nas palavras e no agir que me ajudaram a neste trabalho. Aos professores Primo e Ubiratan, que gentilmente se dispuseram a participar da banca examinadora.

Aos demais professores universitários e da educação básica fundamental e média, dos quais tive oportunidade de ser aluno ao longo de toda minha vida, por terem contribuído com minha formação ética e profissional.

Aos Colégios Pio XI e Motiva, que assim como os professores que tive, contribuíram demais para a pessoa que me tornei hoje.

A todos os meus amigos, em especial aos que fiz na universidade, com os quais compartilhei os momentos de alegria e de tristeza diariamente, e são testemunhas da realização e do significado pessoal que esta etapa representa na minha vida. Agradeço o apoio de vocês.

Ao Governo Brasileiro, à Universidade Federal da Paraíba, aos órgãos de fomento à pesquisa aos programas institucionais de apoio às atividades de ensino, pesquisa e extensão, por acreditarem que a educação pública pode ser de qualidade e que pessoalmente me proporcionou uma das melhores experiências que já vivi, o Programa Ciência Sem Fronteiras.

À Universidade de Nebraska – Lincoln, por ter me recepcionado, me acolhido e me orientado, durante quase um ano fora de casa de maneira excepcional.

E finalmente, agradeço por antecipação à corporação da Polícia Rodoviária Federal, que me deu um último e necessário ânimo para finalizar este trabalho e se Deus permitir me terá em seus quadros nos próximos meses. Terei muito orgulho de pertencer.

## **RESUMO**

Este trabalho trata de analisar o que é uma construção em alvenaria estrutural para os livros, os conceitos e relata uma construção real desde a sua concepção finalizada enquanto projeto até a sua etapa final por uma construtora de pequeno porte da cidade de João Pessoa, o que é o caso de muitas construtoras no Brasil. Focado na parte descritiva dos processos utilizados pela empresa e nos diversos problemas encontrados no campo, apresenta as soluções adotadas, mostra como a maioria dos problemas enfrentados são devido a erros, mudança e falta de projetos e ausência de profissional experiente na equipe, o que reflete imediatamente na eficiência, no prazo de construção e no lucro da obra.

Palavras-chave: Construção. Alvenaria Estrutural. Falta de planejamento.

## **ABSTRACT**

This paper tries to analyze what is a structural masonry construction for books, and reports a real construction from its conception as a project finalized until its final stage by a small construction company of the city of João Pessoa, which is the case of many construction companies in Brazil. Focused on the descriptive part of the processes used by the company and the various problems encountered in the field, it presents the solutions adopted, shows how most of the problems are due to errors, change and lack of projects and absence of experienced professional in the team, which reflects immediately on the efficiency, construction time and profit of the work.

Keywords: Construction. Structural Masonry. Lack of Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral da planta baixa do empreendimento.....	18
Figura 2 - Visão geral do apartamento tipo 1.....	19
Figura 3 - Visão geral do apartamento tipo 2.....	20
Figura 4 - Visão geral do apartamento tipo 3.....	20
Figura 5 - Visão geral do apartamento tipo 4.....	21
Figura 6 - Visão geral do apartamento tipo 5.....	21
Figura 7 - Visão geral da área comum.....	22
Figura 8 - Modulação horizontal para encontro de paredes.....	23
Figura 9 - Esquema de modulação vertical piso a teto .....	24
Figura 10 - Comparação de posição de ferragem com os diferentes tipos de forma, canaleta e forma de madeira .....	25
Figura 11 - Escavação de valas para fundação .....	28
Figura 12 - Pedra calcária argamassada assentada na vala.....	29
Figura 13 - Primeiros blocos assentados .....	29
Figura 14 - Cinta inferior vazia .....	30
Figura 15 - Cinta inferior sendo preenchida com concreto armado .....	31
Figura 16 - Cinta inferior preenchida.....	31
Figura 17 - Cinta inferior rebocada nas laterais e parte superior .....	32
Figura 18 - Impermeabilizante de asfalto frio aplicado na cinta .....	32
Figura 19 - Locação dos pilares de amarração e posicionamento das mestras para o concreto magro .....	33
Figura 20 - Concretagem dos pilares de amarração e posicionamento do ferro central.....	34
Figura 21 - Limpeza dos pilares de amarração .....	35
Figura 22 - Limpeza dos pilares de amarração para posterior concretagem .....	36

Figura 23 - Cuidado a base dos pilares de amarração para evitar perda de aderência do concreto .....	36
Figura 24 - Concretagem dos pilares de amarração após pedra argamassada finalizada .....	37
Figura 25 - Locação e concretagem das sapatas .....	38
Figura 26 - Posicionamento do complemento de parede em concreto .....	39
Figura 27 - Excesso e dificuldade de escoramento na preparação para a primeira laje.....	40
Figura 28 - Vigas e cintas superiores vazias para a concretagem da primeira laje ...	41
Figura 29 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos .....	41
Figura 30 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos .....	42
Figura 31 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos .....	42
Figura 32 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos .....	42
Figura 33 - Retirada da capa da canaleta e concretagem posterior .....	43
Figura 34 - Marcação das paredes do segundo andar .....	44
Figura 35 - Vigas e cintas superiores vazias, posicionamento dos locais de passagem e eletrodutos .....	44
Figura 36 - Vigas e cintas superiores concretadas à meia altura, posicionamento dos locais de passagem e eletrodutos .....	45
Figura 37 - Reboco dos banheiros executados em massa cimentícia .....	45
Figura 38 - Reboco da sala, executado em gesso .....	46
Figura 39 - Separação entre a sala e a varanda, destacando a diferença dos materiais utilizados no reboco .....	47
Figura 40 - Ajuste do desnível da tubulação de esgoto, com passagem abaixo da cinta inferior .....	48
Figura 41 - Tubulação hidrossanitária no nível térreo .....	49
Figura 42 - Tubulação hidrossanitária aparente e coberta pelo reboco .....	49

Figura 43 - Tubulação hidrossanitária antes de ser coberta pelo reboco, e após quebra da laje para posicionamento .....	50
Figura 44 - Tubulação de chuveiro coberta pelo reboco e sendo coberta por revestimento cerâmico.....	51
Figura 45 - Posicionamento das tomadas na parte superior da sexta fiada.....	52
Figura 46 - Posicionamento das tomadas na parte inferior da sétima fiada.....	53
Figura 47 - Posicionamento de tomadas abaixo de uma janela e passagem do eletroduto .....	54
Figura 48 - Posicionamento dos eletrodutos na parte superior das cintas superiores .....	55
Figura 49 - Passagem de eletrodutos por dentro das cintas superiores e corte na parte inferior da canaleta.....	56
Figura 50 - Passagem de eletrodutos entre os ambientes por passagens deixadas na concretagem das cintas e vigas.....	57
Figura 51 - Passagem de eletrodutos entre os ambientes por passagens deixadas na concretagem das cintas e vigas.....	57
Figura 52 - Mestras de piso mostra desnível entre piso da sala e da varanda, para assentamento do trilho da esquadria .....	58
Figura 53 - Contra piso do “box” do banheiro e desnível para o ralo .....	59
Figura 54 - Execução de contra piso deixando espaço para forra das portas .....	59
Figura 55 - Dreno do ar condicionado posicionado no interior do bloco .....	60
Figura 56 - Dreno do ar condicionado sendo direcionado ao ralo .....	61
Figura 57 - Caixa de pré-instalação para ar condicionado “split” .....	62
Figura 58 - Tubulação de ar condicionado coberta no canto da parede.....	63
Figura 59 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede.....	64
Figura 60 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede.....	65
Figura 61 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede.....	66
Figura 62 - Corte vertical no bloco e reboco.....	67



Figura 63 - Posicionamento de tubulação de gás.....	67
Figura 64 - Cobrimento de tubulação de gás e inserção no contra piso.....	68
Figura 65 - Cobrimento de tubulação de gás saída no shaft .....	69
Figura 66 - Dimensões incompatíveis para o assentamento das forras .....	70
Figura 67 - Dimensão mínima ideal e resultado final .....	70
Figura 68 - Comprimento da verga das portas superior ao recomendado em projeto .....	71
Figura 69 - Posicionamento da forra da porta .....	72
Figura 70 - Adaptação do local de fixação da forra .....	73
Figura 71 - Proximidade da forra à parede adjacente .....	73
Figura 72 - Proximidade da forra à parede adjacente .....	74
Figura 73 - Execução da contra verga das janelas.....	75
Figura 74 - Complemento da altura da janela .....	75
Figura 75 - Janela finalizada na altura de peitoril correta .....	76
Figura 76 - Corte transversal da bancada de granito .....	77
Figura 77 - Corte longitudinal da bancada de granito .....	77
Figura 78 - Posicionamento da bancada de granito após corte no reboco sem atingir o bloco .....	78
Figura 79 - Bancada de granito finalizada.....	78

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Conceito.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Vantagens.....</b>	<b>14</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>16</b>
<b>5 ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 A construção estudada.....</b>	<b>17</b>
<b>5.2 O empreendimento.....</b>	<b>17</b>
<b>5.3 Modulação.....</b>	<b>22</b>
5.3.1 Modulação horizontal.....	23
5.3.2 Modulação Vertical.....	23
<b>5.4 Projetos.....</b>	<b>25</b>
5.4.1 Projeto arquitetônico.....	26
5.4.2 Projeto Estrutural.....	26
5.4. 3 Projeto Elétrico.....	27
5.4.5 Projeto Hidrossanitário.....	27
<b>5.5 CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
5.5.1 Fundações.....	27
5.5.2 Paredes.....	27
5.5.3 Pilares de amarração.....	33
5.5.4 Pilares convencionais.....	37
5.5.5 Primeiras paredes.....	38
5.5.6 Primeira laje.....	39

5.5.7 Passagem na cinta de amarração.....	43
5.5.8 Paredes da primeira laje.....	43
5.5.9 Lajes seguintes.....	44
5.5.10 Execução do reboco.....	45
5.5.11 Execução das instalações hidrossanitárias na etapa fundação.....	47
5.5.10 Execução das instalações elétricas.....	51
5.5.11 Execução do contrapiso.....	58
5.5.12 Instalação de ar condicionado.....	60
5.5.13 Instalação de incêndio.....	63
5.5.14 Instalação da tubulação de gás.....	66
5.5.15 Assentamento das forras das portas.....	69
5.5.16 Execução das esquadrias.....	74
5.5.17 Bancadas e pias de granito.....	76
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>79</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, antes de surgir o concreto, os seres humanos coziam o barro para formar tijolos, e em seguida os empilhavam da maneira a criar a estrutura desejada. Vãos grandes não eram tecnicamente possíveis, mas através de arcos os pequenos eram construídos. O Coliseu, as Pirâmides de Gizé e o Farol de Alexandria são exemplos de construções antigas que utilizaram a alvenaria estrutural.

No Brasil, a alvenaria estrutural chegou junto da colonização dos portugueses no século XVI, porém a adoção dos blocos vazados só veio acontecer em 1966 em São Paulo com edifícios com blocos de concreto e 4 pavimentos.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), atualmente a utilização de alvenaria não armada de blocos vazados de concreto é um dos métodos construtivos mais promissores, tanto pela economia proporcionada quanto pelo número de fornecedores existentes, e sua utilização é mais indicada para edificações residenciais de baixo ou médio padrão com até 12 pavimentos. Ainda, a alvenaria de blocos cerâmicos está ganhando muita força com o surgimento de diversos fornecedores confiáveis para resistências acima de 10 Mpa.

## 2 OBJETIVOS

**Objetivo Geral:** Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo, relatar, descrever e ensinar, como construir um Edifício em alvenaria estrutural com projeto arquitetônico não adaptado, e apenas disposto de projetos arquitetônico e estrutural durante a execução da estrutura.

### **Objetivos Específicos:**

- Descrever detalhadamente o sistema construtivo em alvenaria estrutural aplicado pela empresa.
- Identificar as principais dificuldades e apresentar as soluções encontradas no canteiro de obras.
- Demonstrar como a falta de projetos compatibilizados e planejamento afeta a construção na prática.
- Delinear a limitação dos conceitos bibliográficos e sua aplicabilidade diante das dificuldades de campo.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 CONCEITO**

O método construtivo por alvenaria estrutural consiste em fazer com que a estrutura construída seja suportada por tensões, preferencialmente - ou em sua maioria - de compressão que serão transmitidas ao solo através de blocos cerâmicos ou de concreto.

Para Manzioni (2004) a alvenaria estrutural pode ser entendida como um sistema construtivo completo, com alto grau de racionalidade, que suporta e organiza outros sistemas da edificação, e que na maioria dos casos em que o sistema é praticado parcialmente, apenas como uma forma de substituir uma estrutura convencional não se aproveita o total potencial do sistema, deixando de gerar economia e de propiciar facilidades na construção.

Já Ramalho e Corrêa (2003) chamam atenção para as tensões de tração, que embora possam existir, devem ser preferencialmente restritas a pontos específicos da estrutura e não apresentar valores muito elevados, caso contrário a estrutura pode até ser tecnicamente viável, mas dificilmente será economicamente adequada.

#### **3.2 VANTAGENS**

Em um sistema construtivo tradicional de concreto armado, os elementos estruturais são: lajes, vigas e pilares. Já na alvenaria estrutural as paredes é que vão sustentar o peso das lajes e o próprio peso, além da função de vedação. Para Manzioni (2004), essa diferença gera uma redução significativa nas etapas e no tempo de execução da alvenaria, já que toda a estrutura convencional é eliminada e ainda se obtém a redução na espessura dos revestimentos interno e externo, a redução ou eliminação de formas de madeira e de mão-de-obra de carpinteiros e ferreiros.

De acordo com os cálculos de Takeoka e Pessarello (2003), (Alvenaria estrutural x concreto armado e blocos cerâmicos, revista *Construção Mercado*, set. 2003, n. 26, pp. 28-29), há uma economia de 11% nos custos com a simples substituição da estrutura convencional e alvenaria de vedação pela alvenaria estrutural. E em alguns casos, se o projeto for desenvolvido com as premissas necessárias do sistema, frente a apenas uma troca de estrutura, esta economia pode chegar a 20%.

Porém para chegar a estes números Leonardo Manzioni (2004), prevê que sejam necessárias ações de racionalização que contemplem todo o processo: projeto, execução e controle, e deve ser entendido dentro de um contexto de processos da empresa como um todo.

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo de caso específico que tem como foco, a descrição qualitativa de como foi concebido um edifício em alvenaria estrutural a partir de imagens coletadas pelo autor e da experiência do autor durante a execução da obra, que esteve presente desde a demarcação do terreno até a finalização e limpeza final das unidades concebidas.

As imagens foram selecionadas pelo autor para este trabalho a partir de um banco de mais de 2.000 imagens que eram repassadas aos proprietários do empreendimento diariamente, por preferência destes, o que substituiu o diário de obra.

Muitos dos processos adotados pela empresa eram bastante heterodoxos, o que refletiu na eficiência da construção, mas como o texto irá mostrar, não refletiu na qualidade final do produto.

A organização do trabalho primeiramente apresenta a situação pré-construção, em seguida explora execução das etapas e finaliza concluindo sobre os problemas e soluções apresentados nas duas etapas anteriores.

A ordem está de acordo com cronologia de execução das etapas construtivas, sendo a primeira, a fundação, a segunda, o levantamento da estrutura, e a terceira, acabamento e instalações.

Em cada tópico, foi relatado como foi executado, o motivo daquela maneira de execução e se houveram problemas.

Nesta perspectiva, este trabalho buscou delinear como conceitos bibliográficos se aplicam diante das dificuldades no campo, seja com fornecedores, com mão de obra, com qualidade de materiais, e principalmente, erros, mudanças e faltas de projetos.



## **5 ESTUDO DE CASO**

### **5.1 A CONSTRUÇÃO ESTUDADA**

Assim como muitas construtoras de pequeno porte paraibanas, a Construtora C iniciou a construção de um edifício residencial multifamiliar em alvenaria estrutural apenas disposta de projeto arquitetônico não adaptado e projeto estrutural incompleto, o que ocasionou em inúmeras situações de dúvida, erros e dificuldade na execução da obra.

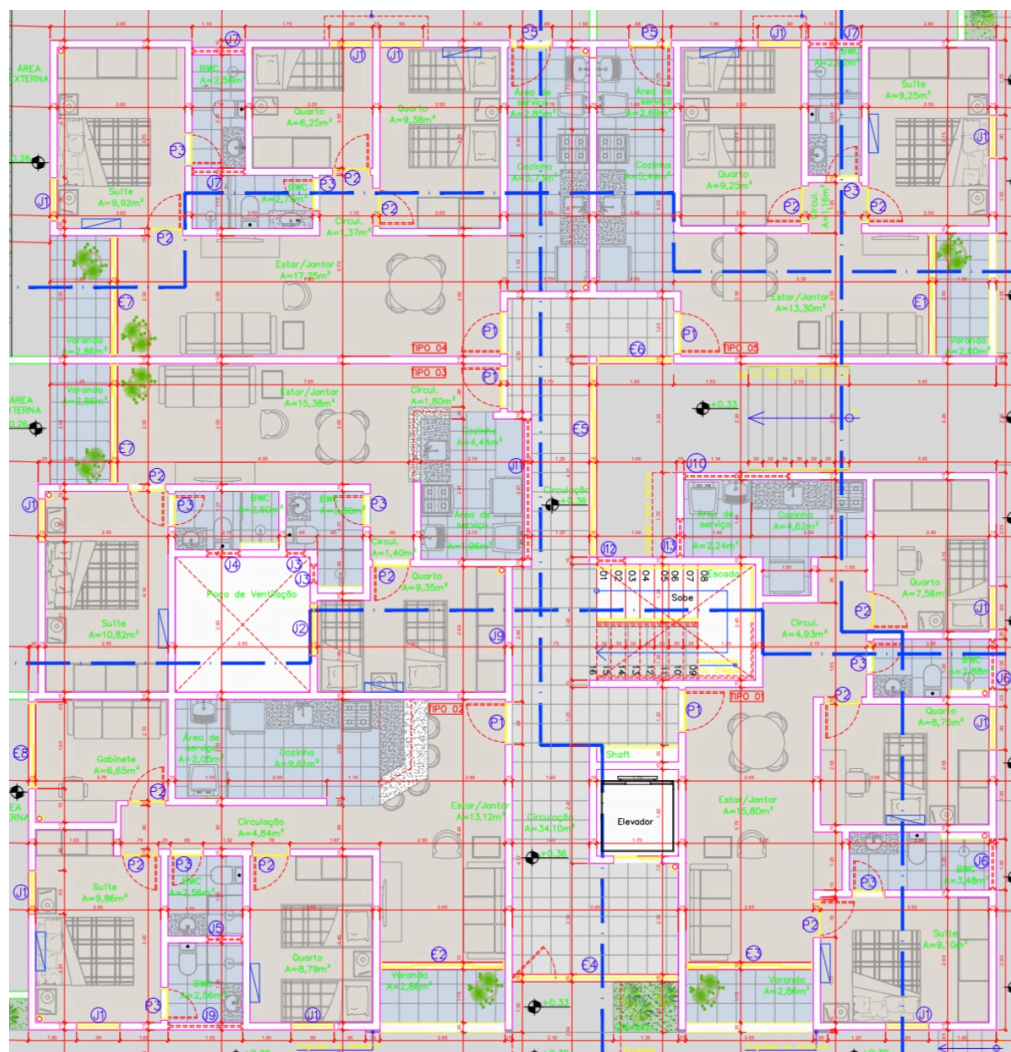
Neste trabalho será relatado como estes problemas foram identificados, corrigidos e adaptados para a execução do empreendimento.

### **5.2 O EMPREENDIMENTO**

Como dito anteriormente o projeto não foi inicialmente concebido para este método construtivo, o que levou o projeto estrutural a adotar vigas e pilares tradicionais em vários pontos da estrutura.

O Empreendimento estudado é um Edifício residencial multifamiliar com 20 apartamentos e 4 pavimentos tipo, sendo 5 modelagens diferentes. Fica localizado no Bairro do Varjão, no Município de João Pessoa, e sua planta baixa pode ser vista na Figura 1.

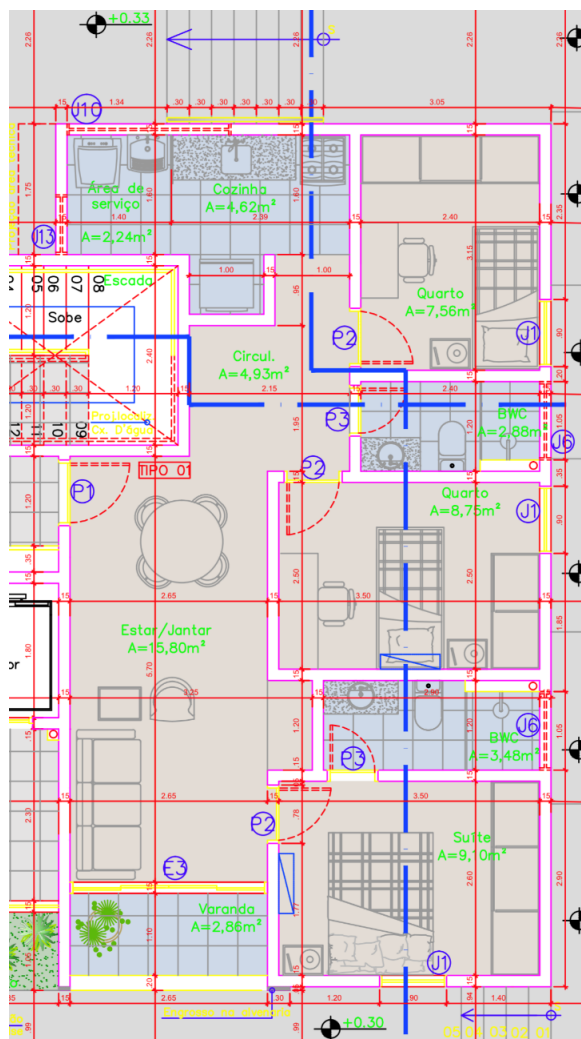
Figura 1 - Visão geral da planta baixa do empreendimento



Fonte: Do autor.

O apartamento tipo 1 possui área de 71,49 m<sup>2</sup>, 3 dormitórios, sendo um suíte, dois banheiros, sala, cozinha e área de serviço, conforme pode ser visto na Figura 2.

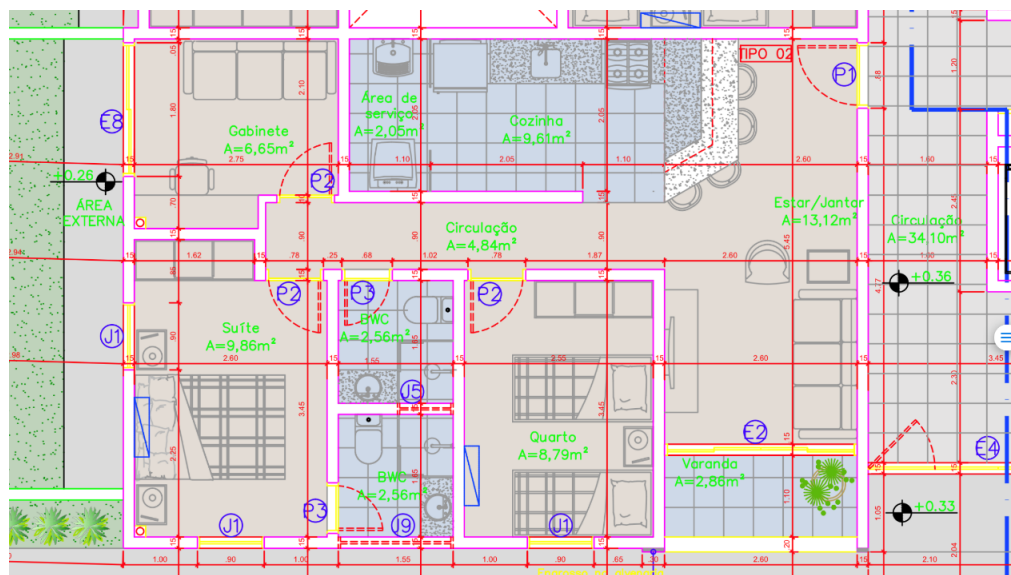
Figura 2 - Visão geral do apartamento tipo 1



Fonte: Do autor.

O apartamento tipo 2 possui área de 69,07 m<sup>2</sup>, 3 dormitórios, sendo um suíte, dois banheiros, sala, cozinha e área de serviço, conforme pode ser visto na Figura 3.

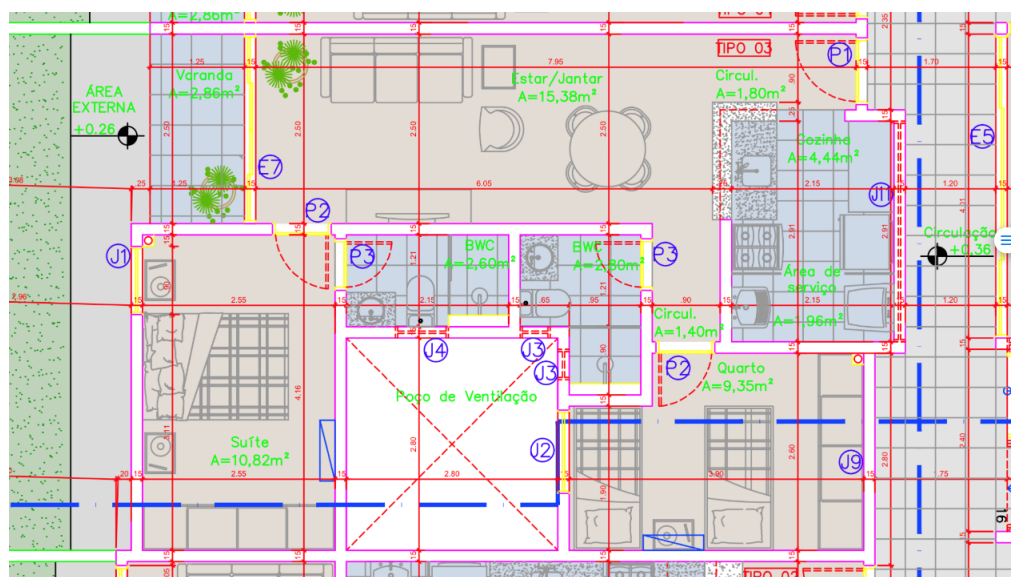
Figura 3 - Visão geral do apartamento tipo 2



Fonte: Do autor.

O apartamento tipo 3 possui área de 61,02 m<sup>2</sup>, 2 dormitórios, sendo um suíte, dois banheiros, sala, cozinha e área de serviço, conforme se vê na Figura 4.

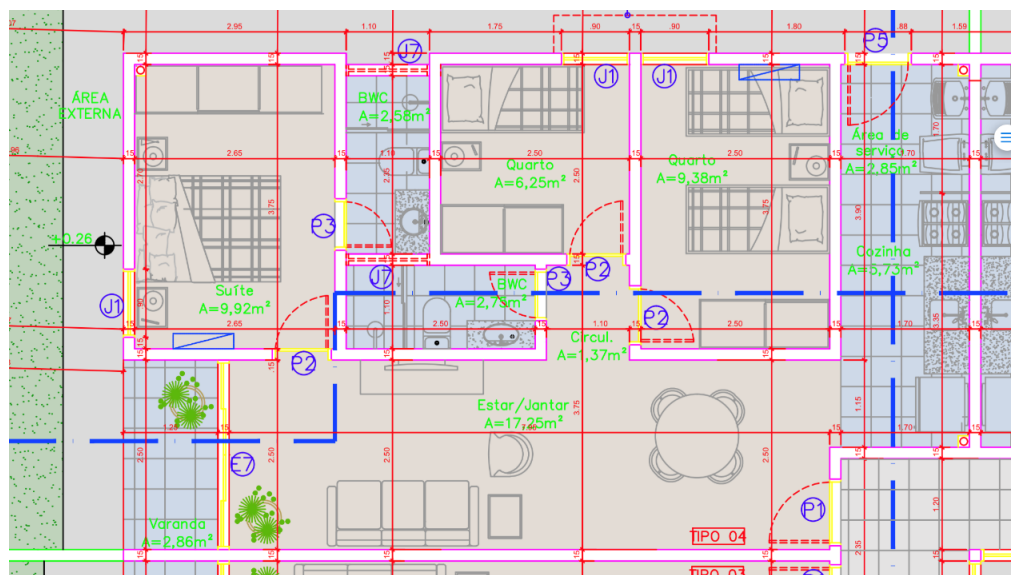
Figura 4 - Visão geral do apartamento tipo 3



Fonte: Do autor.

O apartamento tipo 4 possui área de 72,71 m<sup>2</sup>, 3 dormitórios, sendo um suíte, dois banheiros, sala, cozinha e área de serviço, conforme pode ser visto na Figura 5.

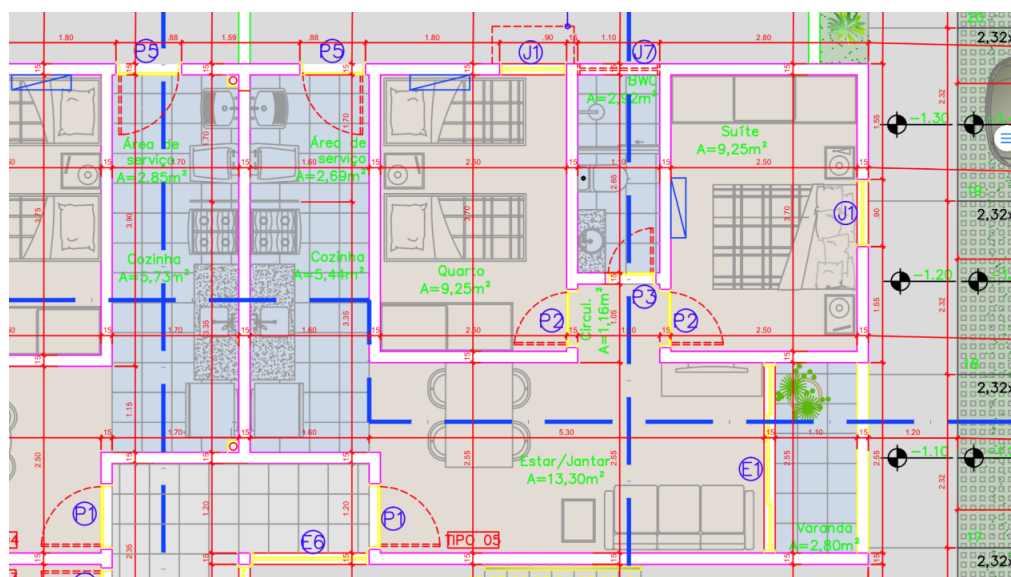
Figura 5 - Visão geral do apartamento tipo 4



Fonte: Do autor.

O apartamento tipo 5 possui área de 53,62 m<sup>2</sup>, 2 dormitórios, um banheiro, sala, cozinha e área de serviço, conforme pode ser visto na Figura 6.

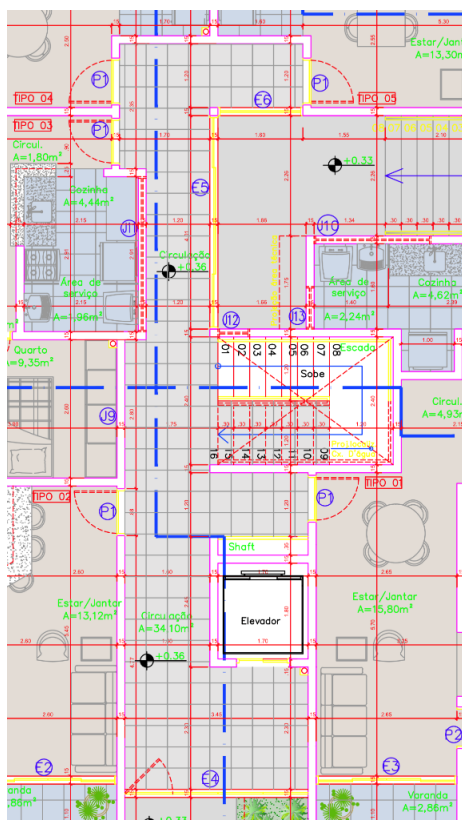
Figura 6 - Visão geral do apartamento tipo 5



Fonte: Do autor.

A área comum do edifício é de 31,06 m<sup>2</sup>, portanto a lâmina de laje por andar é de 358,97 m<sup>2</sup>, conforme pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 - Visão geral da área comum



Fonte: Do autor.

O edifício possui ainda portaria, 20 vagas de garagem, estação de água, gás e energia construída por métodos convencionais que não serão abordados com a mesma profundidade.

### 5.3 MODULAÇÃO

O método construtivo foi alvenaria estrutural com bloco básico de 29 cm x 14 cm x 19 cm (comprimento x largura x altura) de material cerâmico.

Os outros blocos utilizados foram o “meio-bloco” de dimensões 14 cm x 14 cm x 19 cm e o “bloco-e-meio” de dimensões 44 cm x 14 cm x 19 cm também de material cerâmico.



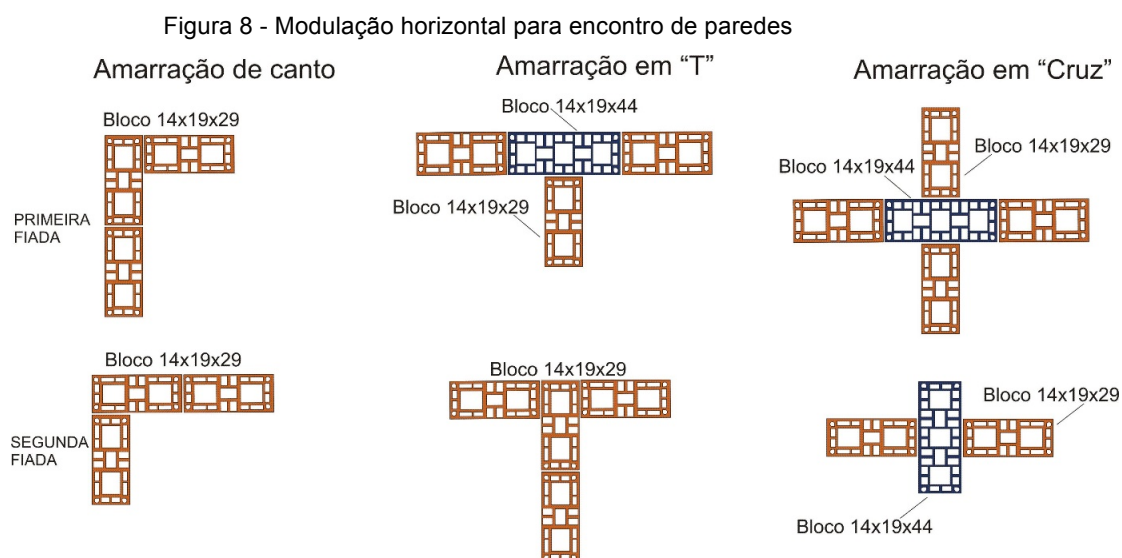
Para vergas, contra-vergas e cintas de amarração foi utilizada a “canaleta U” de dimensões 29 cm x 14 cm x 19 cm também de material cerâmico.

Todos os blocos relatados até aqui são de material cerâmico produzido pela fornecedora de blocos “Cincera” da cidade de João Pessoa.

O último bloco é o “Jotão” de dimensões 19 cm x 14 cm x 19 cm(int)/29 cm (ext) feito de material concreto e fornecedor não identificado.

### 5.3.1 Modulação horizontal

A modulação horizontal, mesmo com a falta de projetos específicos de cada parede foi feita seguindo o esquema dos livros para os encontros de parede comuns, que no caso, eram os que haviam no empreendimento: amarração de canto, amarração em “T”, e amarração em “cruz”, ilustradas na Figura 8.

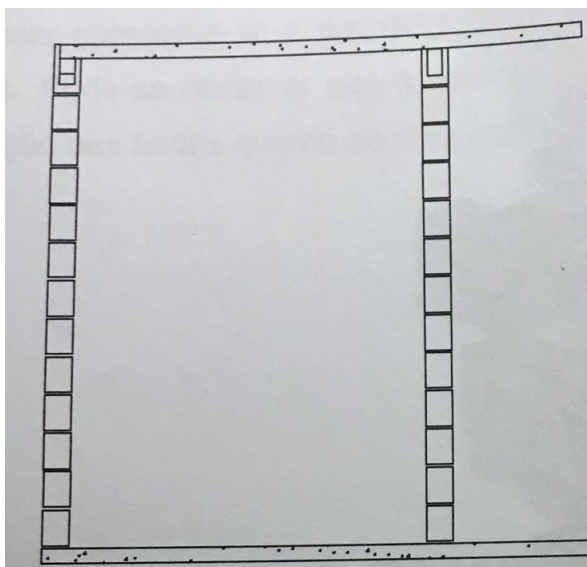


Fonte: Disponível em < <http://acervir.com.br/modulacao-eng-marcia-melo/> > acessado em 06/052019.

### 5.3.2 Modulação Vertical

A modulação vertical inicialmente seria do tipo piso a piso, mas após visita-consulta no canteiro com o engenheiro calculista ficou decidido pelo modelo piso a teto no esquema visto a seguir, na Figura 9.

Figura 9 - Esquema de modulação vertical piso a teto

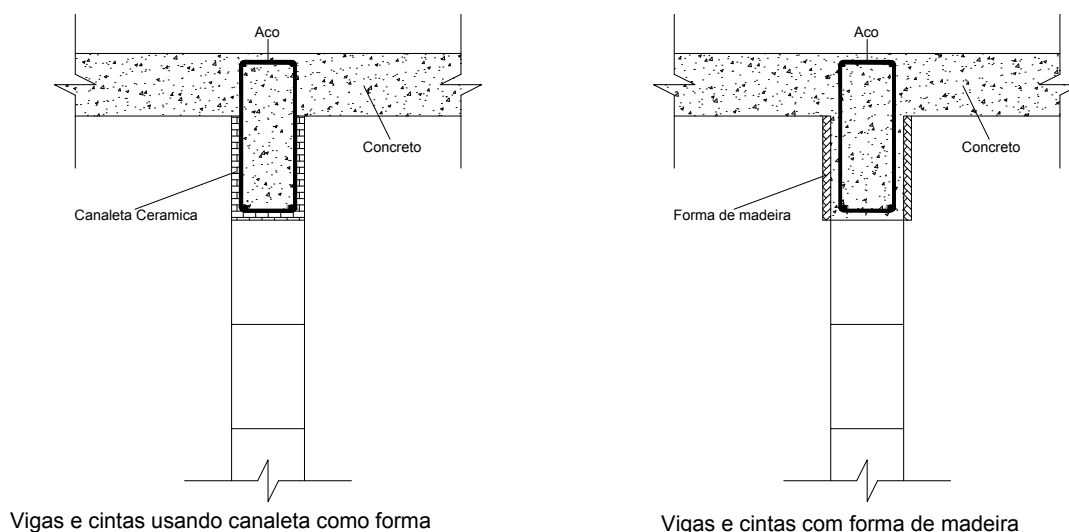


Fonte: RAMALHO E CORRÊA (2003).

Esta decisão foi tomada pois, além de permitir que o pé-direito ficasse um pouco mais alto, foi autorizado pelo engenheiro calculista que fossem utilizadas as canaletas como forma para as vigas de 30cm de altura, que eram muitas, pois as mesmas estariam com sua parte superior dentro da laje e a inferior protegida pela canaleta, não necessitando alterar a dimensão da ferragem interna, da seguinte maneira, vista na Figura 10:



Figura 10 - Comparação de posição de ferragem com os diferentes tipos de forma, canaleta e forma de madeira



Fonte: Do autor.

Além da economia com as formas, essa adaptação padronizou a altura das vigas e das cintas superiores, que também ficaram com 30 cm de altura, fortalecendo a estrutura como um todo, e minimizando o risco de fissuras causadas pelos erros de execução que serão abordados posteriormente.

Assim, nos locais de janela comum (1 m de altura), as contra vergas seriam posicionadas na quinta fiada, com altura superior de 1 m e posterior complemento até a altura final desejada (aproximadamente 1,10m), nos locais de janela alta (0,40 m de altura), as contra vergas seriam posicionadas na nona fiada, com altura superior de 1,80 m e sem necessidade posterior de complemento. E nos locais de portas e janelas, as vergas seriam posicionadas na decima segunda fiada, com altura da parte inferior de 2,20 m e posterior complemento até a altura final desejada.

#### 5.4 PROJETOS

Devido a alguns dos problemas enfrentados durante a execução do empreendimento terem sido gerados exatamente por omissão, mudança e erros de

projeto, os mesmos serão omitidos para preservar a identidade das empresas envolvidas

A construção do edifício foi iniciada com os projetos arquitetônico e estrutural apenas, sendo os projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias solicitados após o início da execução.

#### **5.4.1 Projeto arquitetônico**

Diferente do que é costume na construção em alvenaria estrutural, o projeto arquitetônico não apresentou suas paredes com comprimentos múltiplos de 15cm nem o posicionamento e dimensões das janelas na mesma proporção.

Ainda, algumas janelas tiveram comprimento superior ao máximo permitido em alvenaria estrutural o que forçou a colocação de vigas. Algumas mudanças foram feitas durante a execução da estrutura e no início da obra, descritas a seguir:

- a) Mudança de porta banheiro suíte 04: A porta convencional inicialmente pensada para este ambiente, foi substituída por uma de correr em uma posição mais ao centro do banheiro pois, pelo layout da suíte a porta ficaria exatamente no local que deveria estar a tv do ambiente.
- b) Entrada Apartamento 04 e 05: A entrada dos apartamentos tipo 04 e 05 foi afastada em direção ao corredor para aumentar a área dos apartamentos sem prejuízo à circulação
- c) Coberta: A planta de coberta foi dividida, do que inicialmente seria completamente telhada, para aproximadamente metade telhada e metade piso impermeabilizado que poderia ser utilizado pelos moradores como área de convivência sem nenhuma construção adicional.

#### **5.4.2 Projeto Estrutural**

O projeto estrutural fornecido à construtora foi incompleto no sentido de não trazer plantas de fiadas diferentes, apenas um desenho genérico de como deveriam ser amarradas as paredes e complementar as distancias onde não coubesse um “meio-bloco”. Não trouxe a paginação de paredes, apenas um desenho genérico com as dimensões mínimas para vergas e contra vergas, onde existissem. Não

trouxe detalhamento de fundações adaptadas à topografia do terreno para as paredes estruturais, apenas um desenho genérico de como deveriam ser as camadas com as dimensões mínimas. Toda essa falta de individualidade no projeto acabou deixando muita margem de interpretação para a execução no campo.

O projeto possuía 9 pilares e sapatas convencionais com suas ferragens, dimensões e locação bem detalhados, 64 pilares de amarração sendo 59 simples e 5 duplos, com detalhes de locação e ainda, 35 vigas do pavimento tipo e 4 da caixa d'água, com suas ferragens, dimensões e locação bem detalhados, além projeto de escada completo.

#### **5.4. 3 Projeto Elétrico**

O projeto elétrico foi solicitado após a execução dos eletrodutos e ocorreu que alguns apartamentos do mesmo tipo ficaram com passagens entre ambientes diferentes, porém em termos de circuitos e pontos, iguais.

#### **5.4.5 Projeto Hidrossanitário**

Assim como o projeto elétrico, o hidrossanitário foi solicitado apenas após a execução dos pontos e também com diferenças entre apartamentos do mesmo tipo.

### **5.5 CONSTRUÇÃO**

#### **5.5.1 Fundações**

#### **5.5.2 Paredes**

As fundações foram muito bem executadas, primeiro escavou-se, com 50cm de largura, no mínimo 50cm no solo original, e compactou-se o fundo conforme a Figura 11.

Figura 11 - Escavação de valas para fundação



Fonte: Do autor.

Em seguida lançou-se 50cm de altura de pedra calcária argamassada, para depois fazer um concreto magro de nivelção com 3 a 10 cm de espessura conforme a Figura 12.

Figura 12 - Pedra calcária argamassada assentada na vala



Fonte: Do autor.

Os blocos estruturais eram então assentados com argamassa e na última fiada uma canaleta estrutural que seria preenchida com armação simples e concreto conforme as Figuras 13 a 16.

Figura 13 - Primeiros blocos assentados



Fonte: Do autor.



Figura 14 - Cinta inferior vazia



Fonte: Do autor.

Figura 15 - Cinta inferior sendo preenchida com concreto armado



Fonte: Do autor.

Figura 16 - Cinta inferior preenchida



Fonte: Do autor.



Esta última fiada seria a cinta de amarração, que em seguida era rebocada nos três lados e aplicado um impermeabilizante com base de asfalto frio conforme as Figuras 17 e 18.

Figura 17 - Cinta inferior rebocada nas laterais e parte superior



Fonte: Do autor.

Figura 18 - Impermeabilizante de asfalto frio aplicado na cinta



Fonte: Do autor.



### 5.5.3 Pilares de amarração

Os pilares de amarração tinham sua base quadrada 50 cm x 50 cm e 20 cm de altura, diminuídos da pedra calcária argamassada conforme a Figura 19.

Figura 19 - Locação dos pilares de amarração e posicionamento das mestras para o concreto magro



Fonte: Do autor.

Uma barra de ferro 10 tinha sua ponta dobrada 20cm e colocada dentro do concreto mole conforme a Figura 20.

Figura 20 - Concretagem dos pilares de amarração e posicionamento do ferro central



Fonte: Do autor.

Após secar, os blocos estruturais vinham por cima do ferro e assentados. Após atingir altura necessária, os furos dos blocos eram limpos e preenchidos com concreto, conforme as Figuras 21 e 22.

Figura 21 - Limpeza dos pilares de amarração



Fonte: Do autor.



Figura 22 - Limpeza dos pilares de amarração para posterior concretagem



Fonte: Do autor.

Os pilares de amarração não tiveram sua superfície superior impermeabilizadas para não perder a aderência do concreto, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Cuidado a base dos pilares de amarração para evitar perda de aderência do concreto



Fonte: Do autor.

Alguns pilares de amarração, devido ao esquecimento dos operários e falha do engenheiro, tiveram de ser executados após a pedra argamassada, ao invés de dentro dela, porém, seguindo as mesmas dimensões do projeto o resultado ficou conforme a Figura 24.

Figura 24 - Concretagem dos pilares de amarração após pedra argamassada finalizada



Fonte: Do autor.

#### 5.5.4 Pilares convencionais

Os pilares convencionais tiveram suas sapatas executadas de maneira convencional, escavação com 20cm a mais da dimensão da sapata para todos os lados, compactação do solo original, execução de uma camada de 5cm de concreto magro, posicionamento das formas, colocação das armaduras e finalmente a concretagem, conforme a Figura 25.

Figura 25 - Locação e concretagem das sapatas



Fonte: Do autor.

#### 5.5.5 Primeiras paredes

As primeiras paredes do nível térreo foram executadas sobre o reboco impermeabilizado da cinta de amarração. Como pouquíssimas paredes possuíam comprimento múltiplo de 15cm, elas foram executadas preferencialmente dos encontros com outras paredes para o meio e o espaço onde não caberia o meio bloco, por ser menor que 15cm, foi preenchido com concreto. Na fiada seguinte este espaço na parede que foi preenchido com concreto na primeira fiada, na segunda, seria posicionado o mais próximo possível, de maneira que na terceira fiada repetiria o posicionamento da primeira e assim por diante, de maneira que obtivéssemos o maior número de furos dos blocos encontrados, para colocação posterior dos eletrodutos, conforme a Figura 26.

Figura 26 - Posicionamento do complemento de parede em concreto



Fonte: Do autor.

#### 5.5.6 Primeira laje

A execução da primeira laje foi extremamente difícil pois inicialmente foi planejada a concretagem da laje e da cinta de amarração superior ao mesmo tempo o que se provou uma péssima ideia. Além da tradicional quebra de lajotas verificamos a quebra de inúmeras canaletas que espalhou concreto pelo andar inferior. No processo de vibrar o concreto, as canaletas tanto de concreto quanto as de cerâmica se mostraram extremamente frágeis.

Ainda, a colocação de escoras nos cantos das paredes além dos meios dos vãos se mostrou custosa e ineficiente na prevenção de quebra de canaletas, conforme as Figuras 27 e 28.



Figura 27 - Excesso e dificuldade de escoramento na preparação para a primeira laje



Fonte: Do autor.



Figura 28 - Vigas e cintas superiores vazias para a concretagem da primeira laje



Fonte: Do autor.

E o pior problema foi verificados após a concretagem, quando se viu que a rebarba das vigotas impediu a penetração do concreto nas canaletas em muitos pontos, causando inúmeros pontos de cinta “seca” e ferragem exposta, conforme as Figuras 29 a 32.

Figura 29 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos



Fonte: Do autor.

Figura 30 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos



Fonte: Do autor.

Figura 31 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos



Fonte: Do autor.

Figura 32 - Resultado da primeira laje com pontos de cinta secos



Fonte: Do autor.

Para corrigir esta falha foi feita uma quebra de todas as canaletas que serviram de “forma” para as cintas e vigas para a detecção dos pontos “secos”. Em



seguida foi feito um lançamento de concreto dentro dos pontos secos aos poucos, esperando secar, e em seguida novo lançamento, até enchê-los. O escoramento só foi retirado 30 dias após o preenchimento de todas as cintas “secas”. Em todos os locais que tiveram as canaletas quebradas, inclusive nos que quebraram mesmo após cheios de concreto, foi preenchido o espaço da canaleta com concreto feito com cascalho no lugar da brita e uma proporção água/cimento baixa, conforme a Figura 33:

Figura 33 - Retirada da capa da canaleta e concretagem posterior



Fonte: Do autor.

#### **5.5.7 Passagem na cinta de amarração**

As passagens da cinta de amarração, necessárias à execução dos projetos elétrico e arquitetônico, não foram executadas na primeira laje em quantidade suficiente e tiveram de ser feitas depois, o que acarretou retrabalho e custo à empresa.

#### **5.5.8 Paredes da primeira laje**

As paredes da primeira laje, e das lajes subsequentes, foram executadas primeiramente pelo lado externo, seguindo o prumo do andar inferior e os primeiros blocos foram assentados com uma camada um pouco mais grossa de argamassa para regularizar o nível em relação ao concreto nem sempre perfeitamente nivelado conforme a Figura 34.

Figura 34 - Marcação das paredes do segundo andar



Fonte: Do autor.

### 5.5.9 Lajes seguintes

Com o aprendizado da primeira laje, na segunda em diante, foi priorizado o enchimento prévio das canaletas, com o cuidado de riscar e colocar um pouco de cascalho por cima do concreto fresco para a aderência do concreto da laje, que completaria as vigas e cintas, e a colocação de canos que serviriam de passagem para as instalações entre os ambientes conforme as Figuras 35 e 36.

Figura 35 - Vigas e cintas superiores vazias, posicionamento dos locais de passagem e eletrodutos



Fonte: Do autor.

Figura 36 - Vigas e cintas superiores concretadas à meia altura, posicionamento dos locais de passagem e eletrodutos



Fonte: Do autor.

#### 5.5.10 Execução do reboco

O reboco dos banheiros, cozinhas e externo foram executados em argamassa cimentícia tradicional com aditivo impermeabilizante. E nos demais ambientes, como sala e quartos, em gesso conforme as Figuras 37, 38 e 39.

Figura 37 - Reboco dos banheiros executados em massa cimentícia



Fonte: Do autor.



Figura 38 - Reboco da sala, executado em gesso



Fonte: Do autor.

Figura 39 - Separação entre a sala e a varanda, destacando a diferença dos materiais utilizados no reboco



Fonte: Do autor.

Para ajustar o esquadro dos ambientes o reboco foi de 2cm a 5cm, o que acarretou um dos maiores problemas da obra, o assentamento das forras das portas.

#### **5.5.11 Execução das instalações hidrossanitárias na etapa fundação**

A necessidade do projeto de instalações hidros sanitárias na fundação ficou claro, pois, devido a falta de localização das caixas coletoras e a passagem dos tubos por baixo da primeira cinta, sendo necessário ao menos uma fiada (no mínimo) entre a fundação de pedra argamassada e a primeira cinta conforme a Figura 40.

Figura 40 - Ajuste do desnível da tubulação de esgoto, com passagem abaixo da cinta inferior



Fonte: Do autor.

E inclusive uma grande dificuldade também foi a de dar o caimento correto dos tubos, sendo que o próprio tubo já possui mais de 10cm de diâmetro, em uma passagem de apenas uma fiada, ou 20 cm.

A solução no campo foi de levar os tubos de queda para fora do prédio e posteriormente o projetista hidráulico faria as adaptações necessárias, o que acarretou muito mais caixas coletoras que o necessário, caso os projetos fossem interligados, e consequentemente mais custo para a construtora.

As tubulações de ligação às louças e metais foram executadas de maneira exposta para não quebrar os blocos estruturais, conforme as Figuras 41 e 42.



Figura 41 - Tubulação hidrossanitária no nível térreo



Fonte: Do autor.

Figura 42 - Tubulação hidrossanitária aparente e coberta pelo reboco



Fonte: Do autor.

O motivo para os tubos expostos foi a falta de fornecedor de blocos para instalação, que embora presente nos livros, é de difícil desenvolvimento por parte dos fornecedores com uma resistência adequada.

Com exceção dos tubos de queda, que eram posicionados antes da concretagem da laje, todos os outros tubos que passam pela laje tiveram que ser colocados depois, com a quebra do concreto no local, posicionamento do tubo, e posterior concretagem com a vedação por baixo do tubo. O resultado, apesar do retrabalho, foi satisfatório, conforme a Figura 43.

Figura 43 - Tubulação hidrossanitária antes de ser coberta pelo reboco, e após quebra da laje para posicionamento



Fonte: Do autor.

Os tubos de queda, de descida de registro e os de ligação do chuveiro foram posteriormente escondidos pelo reboco e cerâmica, conforme a Figura 44.

Figura 44 - Tubulação de chuveiro coberta pelo reboco e sendo coberta por revestimento cerâmico



Fonte: Do autor.

#### 5.5.10 Execução das instalações elétricas

O posicionamento das tomadas tentou seguir as distâncias estabelecidas pelo projeto arquitetônico, porém a posição dos furos nos blocos segue uma regra própria,  $7,5\text{ cm} + N \times 15\text{ cm}$ , com  $N$  inteiro, e foi tratado caso a caso no campo. Portanto, não havia como uma tomada ficar a 15 cm ou 40 cm da parede adjacente, ficou a 22,5 cm e 37,5 cm, por exemplo.

Verticalmente, tínhamos, em projeto, as tomadas baixas com 30 cm de altura, tomadas médias e interruptores com 1,20 m de altura e tomadas altas com 2,20 m de altura, porém, como os blocos só seriam cortados cada um para uma tomada, as tomadas baixas ficaram na parte inferior da terceira fiada, com 45 cm de altura, as

médias e interruptores na parte superior da sexta fiada com 1,15, o que depois verificamos que seria melhor na parte inferior da sétima com 1,25 m de altura, e as tomadas altas na parte superior da decima primeira fiada, com 2,15 m de altura.

Inicialmente os blocos eram cortados antes de serem assentados, porém, devido à perda de blocos, tempo demandado e designação de um operário apenas para este serviço, passou-se a fazer o “furo” das tomadas com marreta e talhadeira, sempre depois de secar a argamassa e assentar a fiada seguinte, conforme as Figuras 45 e 46.

Figura 45 - Posicionamento das tomadas na parte superior da sexta fiada



Fonte: Do autor.



Figura 46 - Posicionamento das tomadas na parte inferior da sétima fiada



Fonte: Do autor.

Para as tomadas que se encontravam abaixo das janelas o eletroduto era passado por dentro da cavidade do bloco até encontrar a canaleta de forma da contra verga por onde ele seguia horizontalmente até a cavidade do bloco por onde seguiria até a cinta superior, conforme a Figura 47.

Figura 47 - Posicionamento de tomadas abaixo de uma janela e passagem do eletroduto



Fonte: Do autor.

Para os eletrodutos se encontrarem nas caixas ortogonais eles primeiro tinha que passar por dentro da canaleta de forma da cinta, o que exigia um corte na parte inferior da canaleta, e depois não podiam ficar entre a lajota e a canaleta, ou entre a vigota e a canaleta, o que exigia um segundo corte na parede da canaleta, conforme a Figura 48.

Figura 48 - Posicionamento dos eletrodutos na parte superior das cintas superiores



Fonte: Do autor.

Em alguns locais que as tomadas eram bastante próximas, os eletrodutos passavam de ponto a ponto por dentro da canaleta da cinta conforme a Figura 49.

Figura 49 - Passagem de eletrodutos por dentro das cintas superiores e corte na parte inferior da canaleta



Fonte: Do autor.

A necessidade de um projeto integrado foi vista quando chegamos à segunda laje e vimos a facilidade de ligar um ambiente a outro depois de deixar as passagens pela cinta que não haviam sido pensadas na primeira laje conforme as Figuras 50 e 51.



Figura 50 - Passagem de eletrodutos entre os ambientes por passagens deixadas na concretagem das cintas e vigas



Fonte: Do autor.

Figura 51 - Passagem de eletrodutos entre os ambientes por passagens deixadas na concretagem das cintas e vigas



Fonte: Do autor.

### 5.5.11 Execução do contrapiso

Devido ao fato de não ter sido deixado um rebaixo nos ralos dos banheiros nem na varanda, o contra piso médio dos andares foi de 5 cm, pois partindo do ponto mais baixo, que foi ralo da varanda mais 1 cm inclinação necessária para o ralo, mais os 3 cm de desnível entre a varanda e a sala, mais 1 cm de desnível geral chegamos ao resultado de 5 cm em média para a espessura do contra piso. Para os ralos dos banheiros, houve a mesma inclinação para o ralo de 1 cm, mas um desnível para o piso regular do banheiro de 1 a 2 cm apenas, conforme as Figuras 52, 53 e 54.

Figura 52 - Mestras de piso mostra desnível entre piso da sala e da varanda, para assentamento do trilho da esquadria



Fonte: Do autor.

Figura 53 - Contra piso do “box” do banheiro e desnível para o ralo



Fonte: Do autor.

Figura 54 - Execução de contra piso deixando espaço para forra das portas



Fonte: Do autor.



### 5.5.12 Instalação de ar condicionado

Os drenos dos ares condicionados foram os únicos tubos que passaram por dentro dos blocos, devido a sua finura. Eles foram posicionados, conforme subiam as paredes, do local da caixa de instalação até abaixo do contra piso, onde eles saem de dentro do bloco e seguem mais pra baixo, até abaixo da cinta de amarração ou da laje, de onde seguem até o ralo mais próximo, conforme as Figuras 55 e 56.

Figura 55 - Dreno do ar condicionado posicionado no interior do bloco



Fonte: Do autor.

Figura 56 - Dreno do ar condicionado sendo direcionado ao ralo



Fonte: Do autor.

Para a instalação dos ares condicionados não foi encontrada outra alternativa a não ser a praticamente inutilização de um bloco completo, já que a abertura necessária para o posicionamento da caixinha de instalação era de 30 cm de largura por 20 cm de altura e 5 cm de profundidade, conforme a Figura 57.

Figura 57 - Caixa de pré-instalação para ar condicionado “split”



Fonte: Do autor.

A tubulação de cobre com isolante térmico foi posicionada no canto da parede interna de descida e posteriormente rebocada conforme a Figura 58.

Figura 58 - Tubulação de ar condicionado coberta no canto da parede



Fonte: Do autor.

#### **5.5.13 Instalação de incêndio**

A caixa do hidrante de combate a incêndio presente no corredor foi instalada completamente externa com complemento em tijolos convencionais e reboco em argamassa cimentícia tradicional conforme as Figuras 59, 60 e 61.

Figura 59 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede



Fonte: Do autor.



Figura 60 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede



Fonte: Do autor.

Figura 61 - Caixa de instalação de combate a incêndio externa à parede



Fonte: Do autor.

#### **5.5.14 Instalação da tubulação de gás**

Esta instalação foi sem dúvidas, a mais fácil de toda a obra, os tubos muito finos e dobráveis eram colocados sobre uma fina camada de massa cimentícia sobre o concreto da laje, e então era coberto com mais massa cimentícia. As passagens entre as paredes eram feitas através de um furo fino no bloco colado à laje, e a subida da tubulação ao local de projeto era feito através de um corte vertical fino nos blocos conforme as Figuras 62 a 65.

Figura 62 - Corte vertical no bloco e reboco



Fonte: Do autor.

Figura 63 - Posicionamento de tubulação de gás



Fonte: Do autor.

Figura 64 - Cobrimento de tubulação de gás e inserção no contra piso



Fonte: Do autor.

Figura 65 - Cobrimento de tubulação de gás saída no shaft

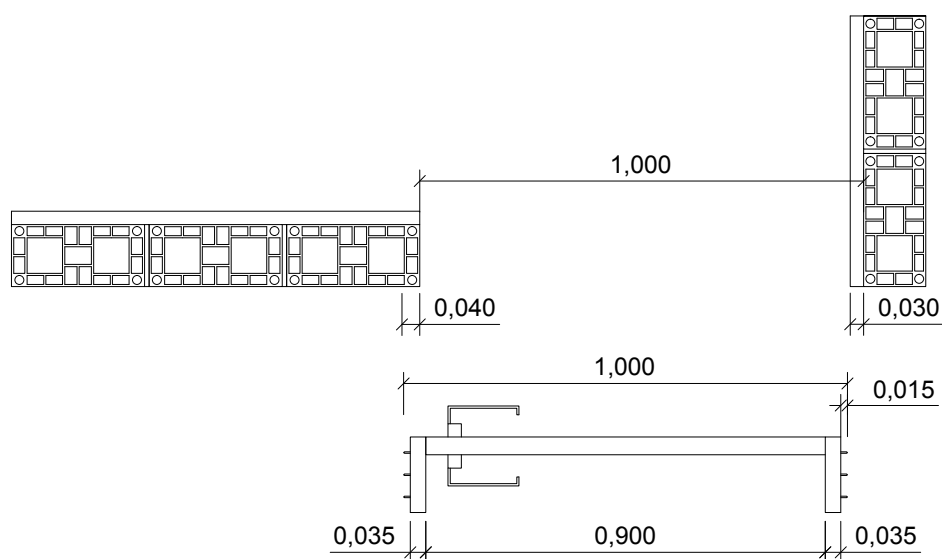


Fonte: Do autor.

#### 5.5.15 Assentamento das forras das portas

Esta etapa foi, sem dúvidas, a mais difícil da obra. Seguindo o projeto arquitetônico, todas as portas foram locadas nos cantos dos ambientes contando da parede ortogonal à porta a largura da porta, mais 10 cm, o que se acreditava que seria suficiente para o assentamento da forra. Ocorreu que este espaço foi demasiadamente pequeno, pois a forra ficaria colada na parede ortogonal, impedindo a utilização de forra com guarnição, cada lado da forra tinha 3,5 cm, seria necessário um espaço para os chumbadores, e ainda o reboco da parede ortogonal, que variou de 2 cm (mínimo executável) a 5 cm (necessário para regularização do esquadro do ambiente). De maneira que a dimensão deixada para o assentamento da forra era insuficiente, o esquema a seguir ilustrado pela Figura 66 representa com dimensões aproximadas, o problema:

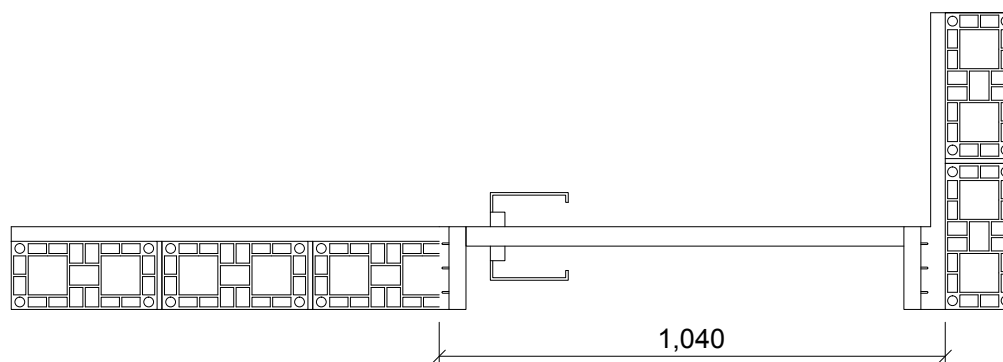
Figura 66 - Dimensões incompatíveis para o assentamento das forras



Fonte: Do autor.

Devido a estes entraves, não foi encontrada outra solução a não ser a inutilização de metade do primeiro bloco da parede adjacente á forra da porta. Para tomar esta medida, foi consultado o engenheiro calculista responsável pelo projeto estrutural do edifício, que apenas permitiu por que na execução das vergas foi deixado um espaço bem superior (40 cm, em geral) do que o mínimo exigido em projeto (20 cm) de passagem além do vão das portas, e ainda o fato de a verga estar imediatamente abaixo da cinta superior, conforme as Figuras 67 a 72.

Figura 67 - Dimensão mínima ideal e resultado final



Fonte: Do autor.



Figura 68 - Comprimento da verga das portas superior ao recomendado em projeto



Fonte: Do autor.

Figura 69 - Posicionamento da forra da porta



Fonte: Do autor.

Figura 70 - Adaptação do local de fixação da forra



Fonte: Do autor.

Figura 71 - Proximidade da forra à parede adjacente



Fonte: Do autor.

Figura 72 - Proximidade da forra à parede adjacente



Fonte: Do autor.

Devido a este problema, recomenda-se para que em futuros empreendimentos em alvenaria estrutural, a distância mínima que deve ser deixada para o assentamento se uma porta seja a da largura da folha mais 15cm, porém, para se ter uma distância confortável da parede ortogonal e uma boa trabalhabilidade, uma distância da largura da folha mais 20 cm seria ideal.

#### **5.5.16 Execução das esquadrias**

As esquadrias, por estarem no meio da parede e serem fixadas através dos contra marcos, que tem espessura a ser embutida no acabamento da janela, não ocasionaram dificuldades a serem enfrentadas e a largura adicionada além da própria da janela foi de apenas 5 cm. A única ressalva fica por conta do ajuste de altura do parapeito, que deve ser de 1,10 m. Como os blocos têm 20 cm de altura, optou-se por fazer a contra verga na quinta fiada e acima dela um complemento em tijolos tradicionais conforme as Figuras 72, 73 e 74.

Figura 73 - Execução da contra verga das janelas



Fonte: Do autor.

Figura 74 - Complemento da altura da janela



Fonte: Do autor.



Figura 75 - Janela finalizada na altura de peitoril correta



Fonte: Do autor.

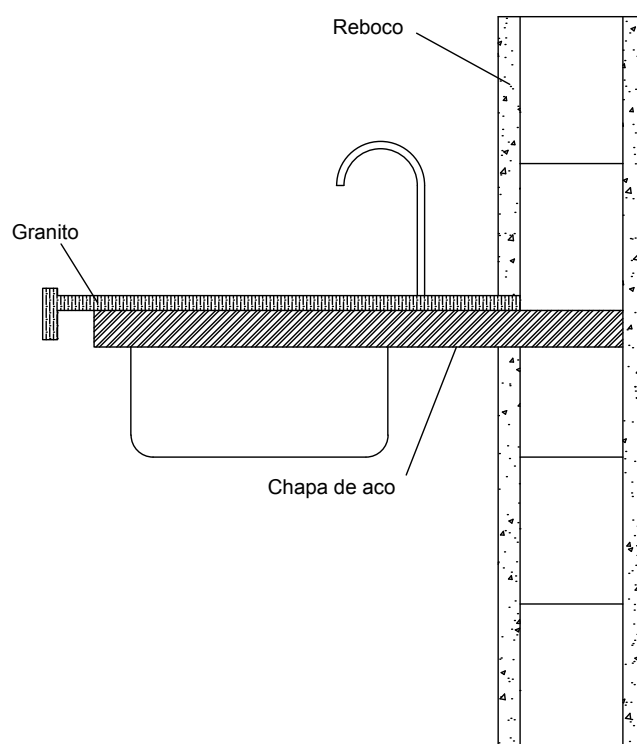
#### **5.5.17 Bancadas e pias de granito**

Esta etapa foi muito exigente com a atenção, pois foi feito um corte horizontal na parede, que é sumariamente proibido no método construtivo de alvenaria estrutural, até a espessura do reboco, entre 3 e 5 cm mais o revestimento cerâmico, aproximadamente 1 cm.

Nas pias e bancadas que só possuíam um lado de apoiado na parede foram introduzidas canaletas metálicas em L na parede para suportar o peso da pia, uma de cada lado. Já nas que possuíam dois lados apoiados nas paredes apenas este apoio basta para suportar o próprio peso de acordo com os esquemas das Figuras 76 e 77.

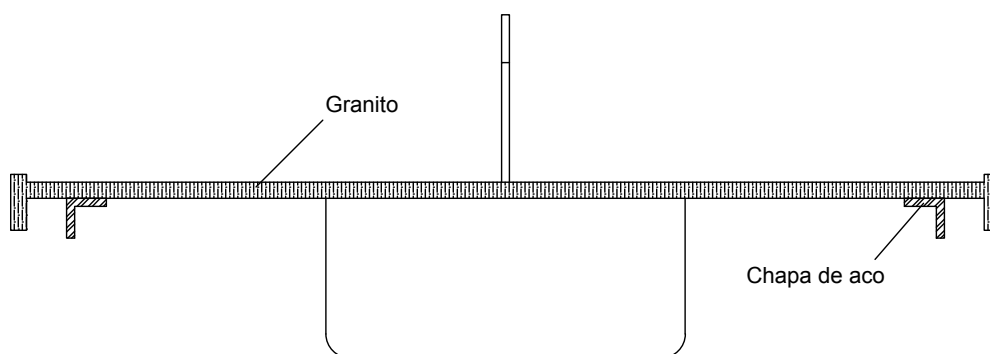


Figura 76 - Corte transversal da bancada de granito



Fonte: Do autor.

Figura 77 - Corte longitudinal da bancada de granito



Fonte: Do autor.

Como só há bancadas e pias onde também há revestimento cerâmico, e a profundidade máxima de penetração do granito na parede é de 3 cm, só bastou um ajuste na lâmina cortante e bastante atenção do operário para garantir a inviolabilidade dos blocos das paredes conforme as Figuras 78 e 79.

Figura 78 - Posicionamento da bancada de granito após corte no reboco sem atingir o bloco



Fonte: Do autor.

Figura 79 - Bancada de granito finalizada



Fonte: Do autor.

## 6 CONCLUSÕES

Imediatamente já pode-se concluir que qualquer empreendimento que tenha por objetivo gerar lucro, deve-se contar com todos os projetos necessários à sua concepção antes de iniciada a mesma, ainda mais sendo um método construtivo, para os padrões a cidade de João Pessoa, heterodoxo como a alvenaria estrutural. O tempo demandado e a quantidade de retrabalho empregados na construção estudada custaram ao proprietário uma parcela significativa de seu lucro.

A quantidade de detalhes em que uma construção exige atenção é enorme e a presença de um profissional experiente, que não havia na obra estudada, no canteiro é primordial para o bom andamento dos serviços. Já a ausência acarretará a falta de sincronia e conseqüentemente mais tempo para finalização da obra.

Em relação ao método construtivo em alvenaria estrutural, é primordial que se tenha pelo menos um dos profissionais responsáveis com experiência neste método que não é o tradicional da construção, mas que se revelou bastante prático de se trabalhar desde que se tenha bastante atenção aos detalhes e às exigências técnicas do método.

Ainda, a dificuldade de encontrar bons fornecedores, como por exemplo um de blocos para instalação, que embora presente nos livros, é de difícil desenvolvimento com uma resistência adequada, também expõe a diferença entre teoria e prática enfrentada pela equipe no campo.

Como dito por Manzioni (2004), uma simples substituição da estrutura convencional pela alvenaria estrutural já gera uma boa economia, que pode ser perdida se não se adaptarem os projetos complementares e se tiver de ser refeito muitos trabalhos de execução por causa de falta de planejamento antecipado, mesmo sem quantificar estas perdas, este trabalho mostrou estes prejuízos.

Finalmente, atendendo os objetivos, foram descritas detalhadamente as principais etapas e dificuldades de se construir em alvenaria estrutural e demonstradas as diferenças entre como deve ser feita a construção e como ela é realmente executada diante das dificuldades de campo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

de Janeiro, 2010a.

\_\_\_\_\_. NBR 15812-1: **Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1: Projetos**. Rio

\_\_\_\_\_. NBR 15812-2: **Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras**. Rio de Janeiro, 2010b.

\_\_\_\_\_. NBR 15961-1: **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro, 2011a.

\_\_\_\_\_. NBR 15961-2: **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 2: Execução**. Rio de Janeiro, 2011b.

MANZIONE, Leonardo. **Projeto e execução de alvenaria estrutural**. 2. Ed. São Paulo: O Nome Da Rosa, 2004.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. 1. Ed. São Paulo: Pini, 2003.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO. **Alvenaria estrutural x concreto armado e blocos cerâmicos**. Set. 2003. n. 26. p. 28-29.

SANCHÉZ, Emil. **Nova normalização brasileira para alvenaria estrutural**. 1 Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

